

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-296344
(P2002-296344A)

(43)公開日 平成14年10月9日(2002.10.9)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 S 13/08
7/282

G 0 1 S 13/08
7/282

5 J 0 7 0

Z

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-96842(P2001-96842)

(22)出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)

(71)出願人 000010087

東陶機器株式会社

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号

(72)発明者 小黑 利雄

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(72)発明者 福島 武徳

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(74)代理人 100095371

弁理士 上村 輝之 (外2名)

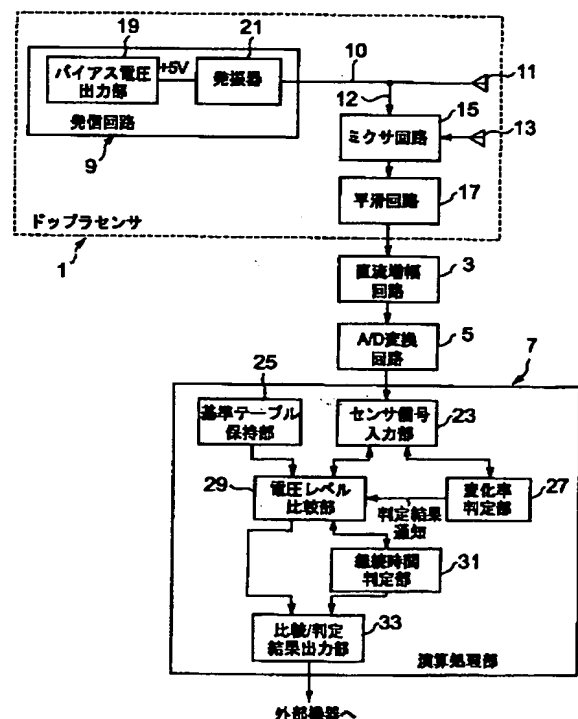
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 距離測定装置

(57)【要約】

【課題】 対象物体が近距離に存在する場合でも、その対象物体との間の距離を正確に測定することが可能な低コストの距離測定装置を提供する。

【解決手段】 電圧レベル比較部29は検知対象の人体が静止しているとき、センサ信号入力部23からデジタルデータを読み、その中の第2ピークに対応するデータと、基準テーブル保持部25中の基準テーブルの第2ピークに対応するデジタルデータとを比較し、どちらが大きいチェックする。読込んだ方の第2ピークに対応するデータがテーブル中の第2ピークに対応するデータより大きければ、テーブル中の読込値に対応する位置の距離データをドップラセンサ1と人体との間の距離に決める。逆に小さければ、所定時間間隔で第2ピークに対応するデータ同士の大きさ比較を繰返し、所定時間経過しても依然として読込んだ方の第2ピークに対応するデータがテーブル中の第2ピークに対応するデータより小さければ、人体が測定距離範囲外に存在すると判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信信号を生成し該信号を電波として放射すると共に、外部からの電波として受信した信号と前記送信信号との中間周波数を出力するセンサと、前記送信信号と前記受信信号とにより前記センサと前記放射された電波が反射する対象との間に生じる定在波の波形を学習すると共に、該学習した波形に係るデータを所定の形式で保持するデータ学習／保持手段と、前記センサからの出力波形と前記保持されるデータとに基づいて所定の演算処理を行うことにより、基準位置から対象物体までの距離を算出する距離算出手段と、を備える距離測定装置。

【請求項2】 請求項1記載の装置において、前記学習が、前記センサからの送信信号として10.525GHzのマイクロ波を用いたときに前記センサから出力される中間周波数の波形に係るものである距離測定装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2記載の装置において、前記学習が、対象物体が所定距離範囲内に略静止状態が存在するときの前記センサから出力される中間周波数の波形に係るものである距離測定装置。

【請求項4】 請求項1記載の装置において、前記保持されるデータの形式が、前記定在波の波形自身を示すデータに加えて、前記基準位置から見て前記定在波の波形の第1ピークの値及びその出現位置に係るデータ、前記定在波の波形の第2ピークの値及びその出現位置に係るデータを含む距離測定装置。

【請求項5】 請求項1記載の装置において、前記センサからの中間周波数の波形と、前記保持されているデータとに基づき、対象物体が略静止状態にあるかを判定する状態判定手段を更に備える距離測定装置。

【請求項6】 請求項5記載の装置において、前記状態判定が、前記基準位置から所定距離を隔てた位置における前記センサからの中間周波数の波形の信号レベルに変動が生じたか否かの判断結果に基づいて行われる距離測定装置。

【請求項7】 請求項1、請求項5又は請求項6記載の装置において、前記状態判定手段が、前記対象物体が移動していると判定したとき、前記距離算出手段による前記基準位置から前記対象物体までの距離の算出を中止する距離測定装置。

【請求項8】 請求項1乃至請求項7のいずれか1項記載の装置において、前記距離の算出が、前記センサからの中間周波数の電圧レベルが、前記保持されているデータの第2ピークに対応する値より大きいとき、前記保持されているデータを参照することによって行われる距離測定装置。

【請求項9】 請求項1乃至請求項8のいずれか1項記

載の装置において、

前記距離の算出が、算出開始時より所定時間経過しても、前記センサからの中間周波数の電圧レベルが、前記保持されているデータの第2ピークに対応する値より小さいときには、対象物体が測定可能な距離範囲外にあるとして中止される距離測定装置。

【請求項10】 異なる周波数の送信信号が選択的に生成可能で、生成した送信信号を電波として放射すると共に、外部からの電波として受信した信号と前記送信信号とにより生成される中間周波数を出力するセンサと、前記各送信信号とそれら各送信信号に対応する各受信信号とにより前記センサと前記放射された電波が反射する対象との間に夫々生じる各定在波の波形を学習すると共に、学習した各波形に係るデータを所定の形式で各周波数別に保持するデータ学習／保持手段と、

比較的高周波の送信信号が生成されたときの、前記定在波の波形と前記保持される比較的高周波の送信信号に対応するデータとに基づく所定の演算処理によって基準位置から対象物体までの距離の算出が可能か否か判定する判定手段と、

前記距離が算出可能と判定されたとき、その判定に対応する前記定在波の波形と前記比較的高周波の送信信号に対応するデータとに基づく所定の演算処理により、基準位置から対象物体までの距離の算出を行う第1の距離算出手段と、

前記距離が算出不能と判定されたとき、前記センサに対し、比較的低周波の送信信号を生成するよう、周波数可変指令を出力する指令出力手段と、

前記指令の出力により比較的低周波の送信信号が生成されたときの前記定在波の波形と前記保持される比較的低周波の送信信号に対応するデータとに基づく所定の演算処理により、基準位置から対象物体までの距離の算出を行う第2の距離算出手段と、

を備える距離測定装置。

【請求項11】 請求項10記載の装置において、前記学習が、対象物体が所定距離範囲内に略静止状態が存在するときの前記センサから出力される定在波の波形に係るものである距離測定装置。

【請求項12】 請求項10記載の装置において、前記保持されるデータの形式が、前記定在波の波形自身を示すデータに加えて、前記基準位置から見て前記定在波の波形の第1ピークの値及びその出現位置に係るデータ、前記定在波の波形の第2ピークの値及びその出現位置に係るデータを含む距離測定装置。

【請求項13】 請求項10記載の装置において、前記センサからの中間周波数の波形と、前記保持されているデータとに基づき、対象物体が略静止状態にあるかを判定する状態判定手段を更に備える距離測定装置。

【請求項14】 請求項13記載の装置において、

3

前記状態判定が、前記基準位置から所定距離を隔てた位置における前記センサからの中間周波数の波形の信号レベルに変動が生じたか否かの判断結果に基づいて行われる距離測定装置。

【請求項 15】 請求項 10、請求項 13 又は請求項 14 記載の装置において、

前記状態判定手段が、前記対象物体が移動していると判定したとき、前記距離算出手段による前記基準位置から前記対象物体までの距離の算出を中止する距離測定装置。

【請求項 16】 請求項 10 乃至請求項 15 のいずれか 1 項記載の装置において、

前記距離の算出が、前記センサからの中間周波数の電圧レベルが、前記保持されているデータの第 2 ピークに対応する値より大きいとき、前記保持されているデータを参照することによって行われる距離測定装置。

【請求項 17】 請求項 10 乃至請求項 16 のいずれか 1 項記載の装置において、

前記第 1、第 2 の距離算出手段による距離の算出が、算出開始時より所定時間経過しても、前記センサからの中間周波数の電圧レベルが、前記保持されているデータの第 2 ピークに対応する値より小さいときには、対象物体が測定可能な距離範囲外にあるとして中止される距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基準位置から極めて至近距離に存在し且つ移動速度が比較的遅い、例えばトイレで用を足そうとする人体のようなものを対象物体とした距離測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電波により物体までの距離を測定する装置として、パルスレーダや、FM-CWレーダ等が知られている。パルスレーダは、パルス状の電波を放射した時点から該パルス状の電波が対象物体に当り反射して該装置に戻ってくるまでの時間の長／短により、該装置から対象物体までの距離を測定する。FM-CWレーダは、該装置から放射される連続波（CW）信号に例えば鋸歯状波で周波数変調（FM）を施すことにより生じる送信信号と反射信号とのビート周波数を測定することで、該装置から対象物体までの距離を測定する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記パルスレーダは、電波を放射した時点から該電波を受信した時点までの時間の長／短により、該装置から対象物体までの距離を測定するよう構成されているために、対象物体が近距離に存在する場合の分解能が低く、近距離の測定には不向きである。特に、対象物体が数 cm から数 10 cm 程度の至近距離に存在するような場合の距離測定には、上記パルスレーダの分解能では低過ぎて対応できな

4

い。しかも、装置構成が比較的複雑である上に高価格であるという問題もある。一方、上記 FM-CWレーダは、上記のような信号処理に起因して生じる送信信号と反射信号とのビート周波数を測定することで該装置から対象物体までの距離を求めるよう構成されているために、上記パルスレーダにおけると同様に、対象物体が近距離に存在する場合の分解能が低い。上記 FM-CWレーダの場合には、近距離に存在する対象物体までの距離を測定するために、送信信号の周波数を大きく変化させることが可能ではあるが、それによって送信信号の占有周波数帯域幅が広がることになるので、やはり近距離の測定には不向きである。しかも、上記パルスレーダにおけると同様、装置構成が比較的複雑である上に高価格であるという問題もある。そこで、上述したパルスレーダや FM-CWレーダに代え、近距離に存在する物体との間の距離を測定するための手段として、ドップラレーダを用いる方法も検討された。しかし、ドップラレーダは、航空機や自動車等の高速で移動する物体を検知対象とする場合には有効であっても、例えば用を足そうとしてトイレの直前等に略静止した状態で立っている人体のような、至近距離に略静止状態で存在する物体を検知対象とする場合には不向きであるし、やはり高価格であるという問題もあった。

【0004】従って本発明の目的は、対象物体が近距離に存在する場合でも、その対象物体との間の距離を正確に測定することが可能な低コストの距離測定装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の第 1 の側面に従う距離測定装置は、送信信号を生成しその信号を電波として放射すると共に、外部からの電波として受信した信号と上記送信信号との中間周波数を出力するセンサと、上記送信信号と上記受信信号とにより上記センサと上記放射された電波が反射する対象との間に生じる上記定在波の波形を学習すると共に、その学習した波形に係るデータを所定の形式で保持するデータ学習／保持手段と、上記センサからの出力波形と上記保持されるデータとに基づいて所定の演算処理を行うことにより、基準位置から対象物体までの距離を算出する距離算出手段とを備える。

【0006】上記構成によれば、学習した定在波の波形に係るデータを所定の形式で保持すると共に、センサからの出力波形と保持されるデータとに基づいて所定の演算処理を行うことにより、基準位置から対象物体までの距離を算出することとしたので、対象物体が近距離に存在する場合でも、その対象物体との間の距離を正確に測定することが可能である。

【0007】本発明の第 1 の側面に係る好適な実施形態では、上記学習は、上記センサからの送信信号として 0.525GHz のマイクロ波を用いたときに上記センサから出

5

力される中間周波数の波形に係るものについて行われる。この中間周波数の波形は、対象物体が所定距離範囲内に略静止状態で存在するときのものである。上記保持されるデータの形式は、上記定在波の波形自身を示すデータに加えて、上記基準位置から見て上記定在波の波形の第1ピークの値及びその出現位置に係るデータ、上記定在波の波形の第2ピークの値及びその出現位置に係るデータを含む。

【0008】上記実施形態では、上記センサからの中間周波数の波形と、上記保持されているデータとに基づき、対象物体が略静止状態にあるか否かを判定する状態判定手段を更に備える。また、上記状態判定は、上記基準位置から所定距離を隔てた位置における上記センサからの中間周波数の波形の信号レベルに変動が生じたか否かの判断結果に基づいて行われる。上記状態判定手段は、上記対象物体が移動していると判定したとき、上記距離算出手段による上記基準位置から上記対象物体までの距離の算出を中止する。

【0009】上記距離の算出は、上記センサからの中間周波数の電圧レベルが、上記保持されているデータの第2ピークに対応する値より大きいとき、上記保持されているデータを参照することによって行われる。また、上記距離の算出は、算出開始時より所定時間経過しても、上記センサからの中間周波数の電圧レベルが、上記保持されているデータの第2ピークに対応する値より小さいときには、対象物体が測定可能な距離範囲外にあるとして中止される。

【0010】本発明の第2の側面に従う距離測定装置は、異なる周波数の送信信号が選択的に生成可能で、生成した送信信号を電波として放射すると共に、外部からの電波として受信した信号と上記送信信号とにより生成される中間周波数を出力するセンサと、上記各送信信号とそれら各送信信号に対応する各受信信号とにより上記センサと上記放射された電波が反射する対象との間に夫々生じる各定在波の波形を学習すると共に、学習した各波形に係るデータを所定の形式で各周波数別に保持するデータ学習/保持手段と、比較的高周波の送信信号が生成されたときの、上記定在波の波形と上記保持される比較的高周波の送信信号に対応するデータとに基づく所定の演算処理によって基準位置から対象物体までの距離の算出が可能か否かを判定する判定手段と、上記距離が算出可能と判定されたとき、その判定に対応する上記定在波の波形と上記比較的高周波の送信信号に対応するデータとに基づく所定の演算処理により、基準位置から対象物体までの距離の算出を行う第1の距離算出手段と、上記距離が算出不能と判定されたとき、上記センサに対し、比較的低周波の送信信号を生成するよう、周波数可変指令を出力する指令出力手段と、上記指令の出力により比較的低周波の送信信号が生成されたときの上記定在波の波形と上記保持される比較的低周波の送信信号に対応す

6

るデータとに基づく所定の演算処理により、基準位置から対象物体までの距離の算出を行う第2の距離算出手段とを備える。

【0011】上記構成によれば、基準位置から対象物体までの距離が算出不能と判定されたとき、センサに対し、比較的低周波の送信信号を生成するよう、周波数可変指令を出力すると共に、上記指令の出力により比較的低周波の送信信号が生成されたときの上記定在波の波形と保持される比較的低周波の送信信号に対応するデータとに基づく所定の演算処理により、基準位置から対象物体までの距離の算出を行うこととしたので、上記定在波の波長と、センサから対象物体までの距離との間に一定の対応関係が成立する距離範囲（センシング距離）を可変とすることができ、従って上記距離範囲（センシング距離）の拡大を図ることが可能である。

【0012】本発明の第2の側面に係る好適な実施形態では、上記学習は、上記センサからの送信信号として10.525GHzのマイクロ波及び略5GHzのマイクロ波を用いたときに上記センサから夫々出力される定在波の波形に係るものについて行われる。この定在波の波形は、対象物体が所定距離範囲内に略静止状態で存在するときの上記センサから出力される定在波の波形に係るものである。

【0013】上記保持されるデータの形式は、上記定在波の波形自身を示すデータに加えて、上記基準位置から見て上記定在波の波形の第1ピークの値及びその出現位置に係るデータ、上記定在波の波形の第2ピークの値及びその出現位置に係るデータを含む。

【0014】上記実施形態では、上記センサからの中間周波数の波形と、上記保持されているデータとに基づき、対象物体が略静止状態にあるか否かを判定する状態判定手段を更に備える。また、上記状態判定は、上記基準位置から所定距離を隔てた位置における上記センサからの中間周波数の波形の信号レベルに変動が生じたか否かの判断結果に基づいて行われる。上記状態判定手段は、上記対象物体が移動していると判定したとき、上記距離算出手段による上記基準位置から上記対象物体までの距離の算出を中止する。

【0015】上記距離の算出は、上記センサからの中間周波数の電圧レベルが、上記保持されているデータの第2ピークに対応する値より大きいとき、上記保持されているデータを参照することによって行われる。上記第1、第2の距離算出手段による距離の算出は、算出開始時より所定時間経過しても、上記センサからの中間周波数の電圧レベルが、上記保持されているデータの第2ピークに対応する値より小さいときには、対象物体が測定可能な距離範囲外にあるとして中止される。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面により詳細に説明する。

【0017】図1は、本発明の一実施形態に係る距離測

定装置の全体構成を示すブロック図である。

【0018】上記装置は、図1に示すように、ドップラセンサ1と、直流増幅回路3と、A/D変換回路5と、例えばマイクロコンピュータのような演算処理部7とを備える。

【0019】ドップラセンサ1は、電波によるドップラ効果を利用して該センサ1から対象物体（静止している人体）（図示しない）までの距離測定を行うもので、本実施形態では、上記センサ1から至近距離に略静止状態で存在する人体を距離測定の対象物体とする。そのため、上記電波として約1GHz～約10GHzの周波数帯域の電波であるマイクロ波、より詳細には10.525GHzの周波数のマイクロ波の定在波の強度を測定することにより、上記センサ1から上記人体までの距離測定を行う。定在波には、互いに同一位置に止まっているように見做せる振幅の大きな波腹部分と小さな波節部分との現れる周期、つまり、その定在波の強弱の周期が、その定在波の $1/2$ 波長で現れるという性質がある。よって、対象物体（人体）が略静止状態にあるときには、該センサ1の設置位置から任意の距離を隔てた位置での上記定在波の信号レベル（電圧レベル）の値は一定である。

【0020】ドップラセンサ1は、発信回路9と、送信アンテナ11と、受信アンテナ13と、ミキサ回路（周波数変換装置の1種であるダウンコンバータ）15と、平滑回路17とを備える。

【0021】発信回路9は、指定された周波数帯域内で所定周波数の発信信号（本実施形態では、上述したように10.525GHzのマイクロ波）を生成し、その発信信号を信号伝送路10に出力するもので、バイアス電圧出力部19と、発振器21とで構成される。バイアス電圧出力部19は、上記発振器21に、駆動源として+5Vのバイアス電圧を供給する。発振器21は、駆動することにより発信信号として10.525GHzのマイクロ波を生成する。発信回路9から信号伝送路10に出力された上記発信信号は、例えば送信アンテナ11側に略7、該信号伝送路10から分岐してミキサ回路15に接続する信号伝送路12側に略3の割合で伝送される。

【0022】送信アンテナ11は、発信回路9で生成され、信号伝送路10を通じて伝送される上記マイクロ波を発信信号として、例えば用を足そうとして男子小便器の直前に略静止状態で直立している人体や、腰掛式便器に着座しようとする人体等の検知対象物体の出現方向に向けて放射（送信）する。

【0023】受信アンテナ13は、送信アンテナ11から上記方向に放射（送信）され、上記センサ1から至近距離に存在する（検知対象物体である）略静止状態の人体（図示しない）に当たって反射した上記マイクロ波を受信し、受信したマイクロ波を受信信号としてミキサ回路15に出力する。

【0024】ミキサ回路15は、受信アンテナ13から

の上記受信信号と、信号伝送路10、12を通じて発信回路9から送出される上記発信信号とを混合調整（合成）して上記10.525GHzのマイクロ波の中間周波数を生成し、その中間周波数を平滑回路17に出力する。このミキサ回路15の詳細については後述する。

【0025】平滑回路17は、ミキサ回路15からの出力信号である所定の周波数帯域（本実施形態では、10.525GHzを中心とした周波数帯域）に属する中間周波数に適合したCR時定数で、上記出力信号（中間周波数）を平滑化する。この平滑化された出力信号は、平滑回路17から所定の増幅率で入力信号を増幅する直流増幅回路3を通じてA/D変換回路5に出力される。

【0026】A/D変換回路5は、直流増幅回路3を通じて与えられる増幅後の上記出力信号（中間周波数）（アナログ信号）を、デジタル信号に変換した後、そのデジタル信号を、演算処理部7に送出する。

【0027】演算処理部7は、センサ信号入力部23、基準テーブル保持部25、変化率判定部27、電圧レベル比較部29、継続時間判定部31及び比較／判定結果出力部33の各機能ブロックにより夫々示される機能を備える。

【0028】センサ信号入力部23は、A/D変換回路5から出力される上記デジタル信号をデジタルデータとして読込み、該データを一時的に保持する。センサ信号入力部23は、変化率判定部27や電圧レベル比較部29からのデータ読出要求に応じて、保持している上記デジタルデータを、変化率判定部27や電圧レベル比較部29に夫々出力する。

【0029】変化率判定部27は、上記デジタルデータをセンサ信号入力部23から読込むと共に、読込んだそのデジタルデータに基づき、検知対象物体である上記人体が静止しているか否かを判定するために必要な演算処理を行う。即ち、ドップラセンサ1（送信アンテナ11及び受信アンテナ13）の位置を基準位置として、そこから所定距離を隔てた特定位置における上記デジタルデータの値の変動（変化）の有無をチェックし、変化していなければ人体は静止と判定し、変化していれば人体は移動中と判定する。ドップラセンサ1と該センサ1から放射（送信）された電波が反射する検知対象物体（本実施形態では、略静止状態にある人体）（図示しない）との間に生じる定在波では、互いに同一位置に止まっているように見做せる振幅の大きな波腹部分と小さな波節部分との現れる位置は、検知対象物体が静止している限りにおいて変化しない。換言すれば、上記特定位置での、上記デジタルデータに対応する定在波の波形により示される信号レベル（電圧強度）の値は、検知対象物体が移動することによって変化するのである。変化率判定部27は、上記判定結果を電圧レベル比較部29に通知する。

【0030】基準テーブル保持部25は、演算処理部7

10

20

30

40

50

がドップラセンサ 1 から放射（送信）した 10.525GHz のマイクロ波により該センサ 1 と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間に発生する定在波の波形を事前学習（電位曲線の学習）した結果として、該波形に対応する（直流電圧レベルの）デジタルデータを含む基準テーブルを保持する。この基準テーブルには、上記デジタルデータ以外に、上記センサ 1（送信アンテナ 11 及び受信アンテナ 13）の位置から上記定在波の第 1 ピークに対応する位置までの距離データ L_1 と、上記センサ 1 の位置から上記定在波の第 2 ピークに対応する位置までの距離データ L_2 とが含まれる。なお、上記第 1、第 2 ピークの値に対応するデジタルデータが、上記定在波の波形を示す複数のデジタルデータのいずれであるかを示す識別用のデータも含まれる。上記基準テーブルの内容は、電圧レベル比較部 29 により参照される。

【0031】電圧レベル比較部 29 は、上記変化率判定部 27 から検知対象物体である人体が静止している旨の通知（判定結果通知）を受けたときだけ、上記センサ 1 と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間の距離を特定するための演算処理を行う。即ち、上記変化率判定部 27 からの上記判定結果通知を契機として、センサ信号入力部 23 から上記デジタルデータを読み込むと共に、基準テーブル保持部 25 中の上記基準テーブルを参照して、上記読み込んだデジタルデータ中の第 2 ピークの値に対応するデジタルデータと比較する。そして、上記読込値が上記第 2 ピークの値より大きいか否かチェックする。

【0032】上記チェックの結果、大きいと判定したときは、上記基準テーブルを参照して上記読込値に対応する位置の距離データを読み出し、その読出した距離データを上記センサ 1 と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間の距離と決定して、その旨比較／判定結果出力部 33 に通知する。一方、上記チェックの結果、小さいと判定したときは、その判定結果を、継続時間判定部 31 に通知することになる。

【0033】なお、小さいと判定した旨の判定結果を継続時間判定部 31 に通知したことにより、継続時間判定部 31 からセンサ信号入力部 23 中のデジタルデータを読み出すべき旨の指令が与えられたときには、上記デジタルデータを所定時間間隔でセンサ信号入力部 23 から読出す。そして、上述したように、上記読出したデジタルデータと該デジタルデータ中の第 2 ピークの値に対応する基準テーブル保持部 25 中のデジタルデータとを比較し、上記読込値が上記第 2 ピークの値より大きいか否かのチェックを再開する。このチェックの結果、上記読込値が上記第 2 ピークの値より大きければ、上述したセンサ 1 と静止状態の人体（図示しない）との間の距離を決定する処理に移行し、継続時間判定部 31 への通知は行わないが、小さければ上記と同様に判定結

果を継続時間判定部 31 に通知することになる。

【0034】継続時間判定部 31 は、電圧レベル比較部 29 から上記小さいと判定した旨の通知を受けると、電圧レベル比較部 29 に対し所定の時間間隔で上述した指令を発すると共に、内蔵するタイマ（図示しない）を起動する。そして、上記指令に応じて電圧レベル比較部 29 から出力される上記判定結果の通知が、所定の時間間隔を置いて継続して出力された場合に、その継続時間が、予め設定した継続時間閾値に達したか否かを上記タイマ（図示しない）のカウント値によりチェックする。このチェックの結果、達したと認識した場合には、継続時間判定部 31 は、上述した人体（図示しない）が測定距離範囲外に存在するものと判断し、その判断結果を比較／判定結果出力部 33 に通知する。なお、上記チェックの結果、達していなければ上記通知は行わない。

【0035】比較／判定結果出力部 33 は、電圧レベル比較部 29 からの上述した距離決定情報、又は継続時間判定部 31 からの上記通知を外部機器（図示しない）に出力する。

【0036】図 2 は、図 1 に記載のミキサ回路 15 及び平滑回路 17 の内部構成を示すブロック図である。

【0037】ミキサ回路 15 は、受信周波数帯の信号を中間周波数帯の信号に周波数変換する装置であるダウンコンバータとしての機能を有し、図 2 に示すように、（ミクシング用）ダイオード 15a から構成される。

【0038】ダイオード 15a は、図 2 に示すように、発信回路 9 からの上記発信信号 N_a （の信号電圧）と、受信アンテナ 13 からの上記受信信号 N_b （の信号電圧）とをミクシングして生成した信号（の信号電圧）をアノード端子から入力する。そして、上記ダイオード 15a の I-V 特性（電流－電圧特性）に応じた大きさの信号電流、即ち、上記発信信号 N_a と上記受信信号 N_b との合成波である中間周波数 N （ $=N_a+N_b$ ）の信号電流を生成する。この中間周波数 N の信号電流が、カソード端子から並列抵抗 17a と平滑コンデンサ 17b とを備える平滑回路 17 に出力されることで、上記中間周波数 N の信号強度に応じた電圧レベル信号（基準電位よりもプラス側にバイアスされている）が平滑化され、直流電圧信号として出力端子 17c とアースとの間に発生する。この直流電圧信号が、上記ドップラセンサ 1 からの出力信号になる。

【0039】ここで、ドップラセンサ 1 から離れた特定の位置における上記中間周波数の電圧変化（信号レベルの変動）の有無をチェックすることで、検知対象物体である人体が静止しているか否かの判定が行える原理を、図 2 に記載のダイオード 15a の I-V 特性（電流－電圧特性）を示す説明図である図 3 を参照して説明する。

【0040】上記発信信号 N_a を、下記の（1）式 $N_a = A \sin 2\pi f t \cdots \cdots (1)$

で示せば、上記センサ 1 から距離 L を隔てた位置で略静

11

止状態（移動速度 $v = 0$ ）にある人体に当って反射してセンサ 1 に受信される信号、つまり、受信信号 N_b は、波

$$N_b = -A \cdot (k/2L) \sin \{2\pi f t + (2L/\lambda)\} \cdots \cdots (2)$$

で表すことができる。よって、上記発信信号 N_a と、上記受信信号 N_b との合成波である上述した中間周波数 N は、

$$N = N_a + N_b = A \sin 2\pi f t - A \cdot (k/2L) \sin \{2\pi f t + (2L/\lambda)\} \cdots \cdots (3)$$

により示される。

【0041】一方、上記位置で（該センサ 1 に向って／該センサ 1 と反対方向）に移動している（移動速度 $v \neq 0$

$$N_b = -A \cdot (k/2L) \sin \{2\pi (1 + v/\lambda) f t + (2L/\lambda)\} \cdots \cdots (4)$$

により示される。ここで、 λ' は、 $\lambda' = (c + v) / c$ で示される（但し、 c は光速である）。よって、上記中

$$N = A \sin 2\pi f t - A \cdot (k/2L) \sin \{2\pi (1 + v/\lambda) f t + (2L c / (c + v))\} \cdots \cdots (5)$$

により示される。

【0042】ここで、（3）式と（5）式とを比較すると、（3）式中には移動速度 v が関係する項がないから、上述した特定位置での中間周波数 N の信号レベル（電圧強度）に変化が生じないのは明白である。これに対し、（5）式では、受信信号 N_b の位相が、 $2\pi (1 + v/\lambda) f t + (2L c / (c + v))$ の v の値によって変化するから、上記特定位置での中間周波数 N の信号レベル（電圧強度）に変化が生じるのは明白である。よって、この場合には、検知対象物体である人体が移動しているものと判定されることになる。

【0043】上記中間周波数 $N (= N_a + N_b)$ の電圧信号が、ダイオード 15 a のアノード端子に印加されると、図 3 (a) で示す該ダイオード 15 a の I-V 特性（電流-電圧特性）及び整流作用により、図 3 (b) で示すような + 側にバイアスされた電流信号が該ダイオード 15 a のカソード端子から図 2 の点 P₁ 側（即ち、平滑回路 17）に出力される。この電流信号が平滑コンデンサ 17 b の容量値と、並列抵抗 17 a の抵抗値とにより決まる時定数で平滑コンデンサ 17 b に対する充／放電を繰り返すことで、図 3 (c) で示す直流電圧信号が出力端子 17 c（点 P₂）とアースとの間に発生する。

【0044】なお、図 3 (a) で示した I-V 特性や、上述した特定位置や、上記距離 L の値は、事前に実験を行うこと等により測定して取得したデータに基づくものである。

【0045】図 4 は、図 1 に記載の基準テーブル保持部 25 が保持するデジタルデータに対応する（直流電圧レベルでの）ドップラセンサ 1 からの出力信号の波形の一例を示す説明図である。

【0046】図 4 に示した波形は、上述したように、演算処理部 7 がドップラセンサ 1 と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間に発生する定在波の波形を事前学習した結果として、基準テーブル保持部 2

12

長を λ 、減衰定数を k とすれば、下記の（2）式

下記の（3）式

0) 人体に当って反射してセンサ 1 に受信される信号 N_b は、下記の（4）式

間周波数 N は、 $N = N_a + N_b$ であるから、下記の（5）式

5 により保持されるものである。

【0047】図 4 において、縦軸には上記センサ 1 からの出力信号 N の電圧レベルが、横軸には、上記センサ 1 の設置位置を基準位置として、該基準位置からの距離 L が、夫々示される。上記電圧レベル比較部 29 は、センサ信号入力部 23 から読込んだデジタルデータに基づき、図 4 に記載の波形に対応するデジタルデータを参照して上述した距離決定のための演算処理を実行する。

【0048】図 5 は、図 1 に記載の演算処理部 7 での処理動作を示す流れ図である。図 5 に示す流れ図では、既述の内容から明らかなように、10.525GHz のマイクロ波が発信信号として用いられる。

【0049】図 5 において、まず、基準テーブル保持部 25 に、対応する基準データのテーブル（即ち、10.525GHz のマイクロ波に対応するテーブル）が格納されているか否かをチェックする（ステップ S101）。格納されていなければ、上記基準データを基準テーブル保持部 25 に格納する処理を行った後に（ステップ S102）、センサ信号入力部 23 からのデジタルデータの読込みを行う（ステップ S103）。格納されていれば、直ちにセンサ信号入力部 23 からのデジタルデータの読込みを開始する（ステップ S103）。次に、上記読込んだデジタルデータ中の第 2 ピークに対応するデジタルデータと、上述した基準テーブル中の第 2 ピークに対応するデジタルデータとを比較し、前者が後者よりも大きいのか否かをチェックする（ステップ S104）。このチェックは、既述のように、検知対象物体である人体が静止していると判定されたときだけ実行される。

【0050】このチェックの結果、上記読込んだ方の第 2 ピークに対応するデジタルデータが、基準テーブル中の第 2 ピークに対応するデジタルデータより大きければ（ステップ S104）、上記基準テーブルを参照する（ステップ S105）。そして、上記読込値に対応す

20

30

40

50

る位置の距離データを読み出し、その読み出した距離データを上記センサ 1 と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間の距離に決定する（ステップ S 106）。

【0051】一方、上記チェックの結果、上記読み込んだ方の第 2 ピークに対応するデジタルデータが、基準テーブル中の第 2 ピークに対応するデジタルデータより小さければ、所定の時間間隔で上記第 2 ピークに対応するデジタルデータ同士の大きさ比較を繰返す（ステップ S 104）。その結果、所定時間が経過しても、依然として上記読み込んだ方の第 2 ピークに対応するデジタルデータが、基準テーブル中の第 2 ピークに対応するデジタルデータより小さければ（ステップ S 107）、上述した人体（図示しない）が、測定距離範囲外に存在するものと判断する（ステップ S 108）。

【0052】以上説明したように、本発明の一実施形態によれば、定在波の波長と、ドップラセンサ 1 から検知対象物体までの距離との間に既述のような一定の対応関係が成立する距離範囲（センシング距離）内において、検知対象物体である人体が略静止状態か否かを判定し、略静止していると判定したときだけ、事前学習により取得した上記定在波の波形に対応するデジタルデータを利用して、該センサ 1 から検知対象物体である人体までの距離を特定することとした。また、センサ信号入力部 23 から読み込んだデジタルデータ中の第 2 ピークに対応するデジタルデータが、所定時間が経過しても、依然として基準テーブル中の第 2 ピークに対応するデジタルデータよりも小さい場合には、上述した人体が、測定距離範囲外に存在するものとして処理することとした。よって、上記センサ 1 から至近距離に略静止状態で存在する人体のような検知対象物体までの距離測定の精度の向上を図ることが可能である。

【0053】ところで、上記実施形態では、ドップラセンサ 1 から放射（送信）される電波（マイクロ波）の周波数が、10.525GHz（略10GHz）だけに固定されている。そのため、上述した定在波の波長と、ドップラセンサ 1 から検知対象物体までの距離との間に一定の対応関係が成立する距離範囲（センシング距離）も自ずから固定されてしまうという問題がある。そこで、本発明者は、上記距離範囲（センシング距離）の拡大を図るために、上記略10GHzのマイクロ波以外にも、上記センサ 1 から放射（送信）される電波（マイクロ波）の周波数を選択可能に構成した距離測定装置を、本発明の他の実施形態として図 6 以下で説明する。

【0054】図 6 は、本発明の他の実施形態に係る距離測定装置の全体構成を示すブロック図である。

【0055】図 6 で示した装置は、演算処理部 47 に、周波数可変指令出力部 49 の機能ブロックを新たに備える点と、ドップラセンサ 41 に、図 1 で示した平滑回路 17 に代えて CR 時定数可変の平滑回路 18 を備える点

と、上記センサ 41 内の発信回路 43 に、発信信号の周波数を可変できる発振器 45 を備える点と、基準テーブル保持部 25 に、上述した 10.525GHz のマイクロ波に対応する基準テーブルに加えて略 5GHz のマイクロ波に対応する基準テーブルをも保持する点で、図 1 に記載の距離測定装置と構成が異なる。その他の各部については、図 1 に記載の距離装置の各部と同一である。

【0056】図 6 において、周波数可変指令出力部 49 は、比較／判定結果出力部 33 を通じて継続時間判定部 31 から上記通知（検知対象物体である静止状態の人体が測定距離範囲外に存在する旨の通知）を受けたことを契機として起動し、発振器 45 に対し略 5GHz のマイクロ波を発信信号として生成すべき旨の送信周波数可変指令を出力する。この可変指令に基づき、発振器 45 は、発信信号として略 5GHz のマイクロ波を生成し、信号伝送路 10 を通じて送信アンテナ 11 に、また、信号伝送路 10、12 を通じてミキサ回路 15 に夫々出力する。周波数可変指令出力部 49 は、上記可変指令の出力と同時に、平滑回路 18 に対し、その CR 時定数を 10.525GHz を中心とした周波数帯域に適合した値から 5GHz を中心とした周波数帯域に適合した値に可変すべき旨の可変指令を出力する。この可変指令に基づき、平滑回路 18 は、ミキサ回路 15 からの 5GHz を中心とした周波数帯域の出力信号に適合した CR 時定数で、上記出力信号の信号電流を平滑化することになる。

【0057】なお、継続時間判定部 31 が上述した通知を周波数可変指令出力部 49 に対して行ったことを契機として、電圧比較部 29 は、基準テーブル保持部 25 内の参照すべきテーブルを、上述した 10.525GHz のマイクロ波に対応する基準テーブルから略 5GHz のマイクロ波に対応する基準テーブルに変更する。

【0058】図 7 は、ドップラセンサ 1 からの発信信号の周波数が 10.525GHz のマイクロ波のときの、該センサ 1 と検知対象物体との間に生じる定在波の波形を示した図であり、図 8 は、該センサ 1 からの発信信号の周波数が略 5GHz のマイクロ波のときの、該センサ 1 と検知対象物体との間に生じる定在波の波形を示した図である。

【0059】図 7 及び図 8 において、縦軸は定在波の信号強度を表し、横軸は該センサ 1 の設置位置を基準位置とした距離を表す。図 7 及び図 8 を比較対照すると、発信信号の周波数が略 5GHz のマイクロ波のときの方が、定在波の信号強度が緩やかに減衰するので、発信信号の周波数が略 10.525GHz のマイクロ波のときよりも測定距離範囲（センシング距離）が大きいことが分かる。

【0060】図 9 は、図 6 に記載の演算処理部での処理動作を示す流れ図である。図 9 に示す流れ図では、発信信号として、まず 10.525GHz のマイクロ波が用いられ、該マイクロ波では検知困難な距離に対象物体が存在すると判定されたときに、上記発信信号の周波数を略 5GHz のマイクロ波に切替える。

【0061】図9において、ステップS121～ステップS124に示す処理動作は、図5で示したステップS101～ステップS104で示した処理動作と同一である。ステップS123でデジタルデータを読み込むと、該読込んだデジタルデータ中の第2ピークに対応するデジタルデータと、上述した基準テーブル中の第2ピークに対応するデジタルデータとを比較する。そして、前者が後者よりも大きければ（ステップS124）、10.525GHzのマイクロ波に対応する基準テーブルを参照し（ステップS125）、上記読込値に対応する位置の距離データを読み出し、その読出した距離データを上記センサ41と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間の距離に決定する（ステップS126）。

【0062】一方、上記チェックの結果、上記読込んだ方の第2ピークに対応するデジタルデータが、基準テーブル中の第2ピークに対応するデジタルデータより小さければ、所定の時間間隔で上記第2ピークに対応するデジタルデータ同士の大きさ比較を繰返す（ステップS124）。その結果、所定時間が経過しても、依然として上記読込んだ方の第2ピークに対応するデジタルデータが、基準テーブル中の第2ピークに対応するデジタルデータより小さければ（ステップS127）、発振器45に対し略5GHzのマイクロ波を発信信号として生成すべき旨の送信周波数可変指令を出力すると共に、平滑回路18に対し、そのCR時定数を5GHzを中心とした周波数帯域に適合したCR時定数に可変すべき旨の可変指令を出力する（ステップS128）。

【0063】次に、センサ信号入力部23からのデジタルデータの読み込みを再開し（ステップS129）、上記読込んだデジタルデータ中の第2ピークに対応するデジタルデータと、上述した略5GHzのマイクロ波に対応する基準テーブル中の第2ピークに対応するデジタルデータとを比較し、前者が後者よりも大きいか否かチェックする（ステップS130）。このチェックの結果、前者が後者よりも大きければ（ステップS130）、5GHzのマイクロ波に対応する基準テーブルを参照し（ステップS131）、上記読込値に対応する位置の距離データを読み出し、その読出した距離データを上記センサ41と検知対象物体である静止状態の人体（図示しない）との間の距離に決定する（ステップS132）。

【0064】一方、上記チェックの結果、上記読込んだ方の第2ピークに対応するデジタルデータが、上記基準テーブル中の第2ピークに対応するデジタルデータより小さければ、所定の時間間隔で上記第2ピークに対応するデジタルデータ同士の大きさ比較を繰返す（ステップS130）。その結果、所定時間が経過しても、依然として上記読込んだ方の第2ピークに対応するデジタルデータが、基準テーブル中の第2ピークに対応するデジタルデータより小さければ（ステップS13

3）、基準テーブル保持部25に5GHzよりも更に低周波数の発信信号に係る基準テーブルが存在するか否かをチェックする（ステップS134）。このチェックの結果、存在しないと判断した場合には、上述した人体（図示しない）が、5GHzのマイクロ波の測定距離範囲外に存在するものと判断する（ステップS137）。

【0065】一方、基準テーブル保持部25に5GHzよりも更に低周波数の発信信号に係る基準テーブルが存在すると判定した場合には、発振器45に対し5GHzよりも更に低周波数のマイクロ波を発信信号として生成すべき旨の送信周波数可変指令を出力すると共に、平滑回路18に対しても上述したような可変指令を出力する（ステップS135）。そして、ステップS129～ステップS132で示したような処理動作を繰返す（ステップS136）。

【0066】以上説明したように、本発明の他の実施形態によれば、10GHzのマイクロ波を発信信号として放射するだけでなく、略5GHzのマイクロ波をも放射することができるように構成したので、上述した定在波の波長と、ドップラセンサ1から検知対象物体までの距離との間に一定の対応関係が成立する距離範囲（センシング距離）を可変とすることができ、従って上記距離範囲（センシング距離）の拡大を図ることが可能である。

【0067】以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、これらは本発明の説明のための例示であって、本発明の範囲をこれらの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、他の種々の形態でも実施することが可能である。

【0068】例えば、上述した発信信号についても、本発明の一実施形態では、10.525GHzのマイクロ波を用いるものとして、本発明の他の実施形態では、10.525GHzのマイクロ波及び略5GHzのマイクロ波の双方を選択的に用いるものとして、夫々説明したが、これらはあくまでも例として挙げたもので、発信信号の周波数は上記のみに限定されない。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、対象物体が近距離に存在する場合でも、その対象物体との間の距離を正確に測定することが可能な低コストの距離測定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る距離測定装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】図1に記載のミキサ回路及び平滑回路の内部構成を示すブロック図。

【図3】図2に記載のダイオードのI-V特性（電流-電圧特性）を示す説明図。

【図4】図1に記載の基準テーブル保持部が保持するデジタルデータに対応する（直流電圧レベルでの）ドップラセンサからの出力信号の波形の一例を示す説明図。

17

18

【図5】図1に記載の演算処理部での処理動作を示す流れ図。

【図6】本発明の他の実施形態に係る距離測定装置の全体構成を示すブロック図。

【図7】ドップラセンサからの発信信号の周波数が10.525GHzのマイクロ波のときの、該センサと検知対象物体との間に生じる定在波の波形を示した図。

【図8】ドップラセンサからの発信信号の周波数が略50GHzのマイクロ波のときの、該センサと検知対象物体との間に生じる定在波の波形を示した図。

【図9】図6に記載の演算処理部での処理動作を示す流れ図。

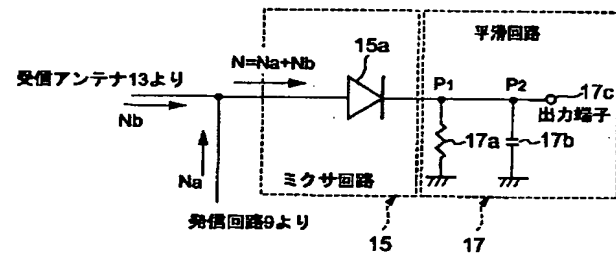
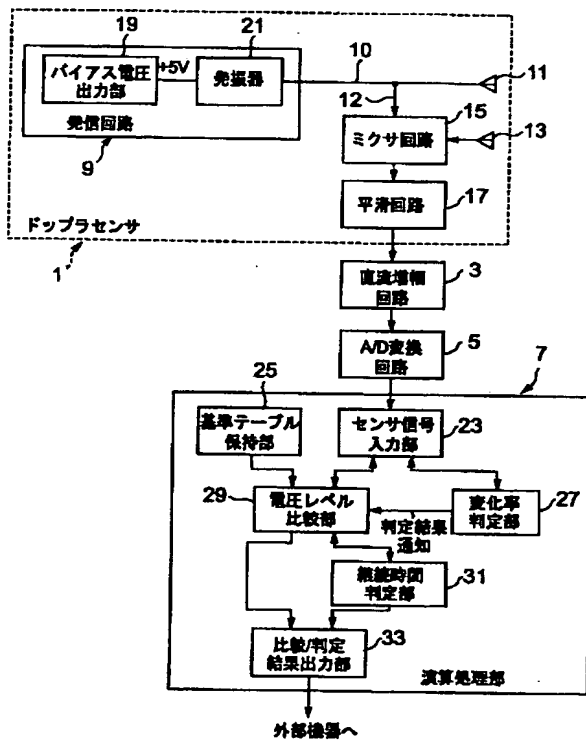
【符号の説明】

- 1、41 ドップラセンサ
- 3 直流増幅回路
- 5 A/D変換回路
- 7、47 演算処理部（マイクロコンピュータ）
- 9、43 発信回路

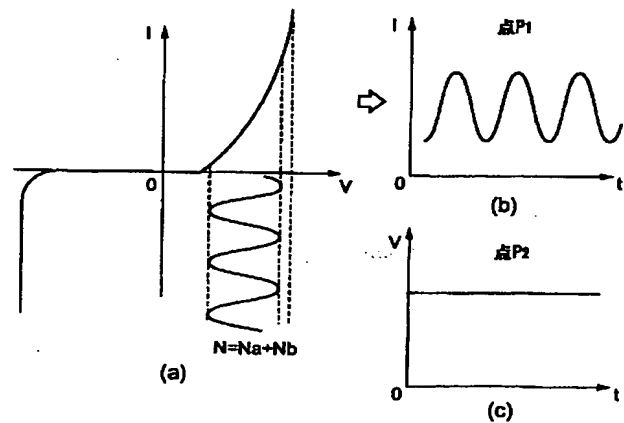
- 10、12 信号伝送路
- 11 送信アンテナ
- 13 受信アンテナ
- 15 ミキサ回路（ダウンコンバータ）
- 15a （ミクシング用）ダイオード
- 17、18 平滑回路
- 17a 並列抵抗
- 17b 平滑コンデンサ
- 17c 出力端子
- 19 バイアス電圧出力部
- 21、45 発振器
- 23 センサ信号入力部
- 25 基準テーブル保持部
- 27 変化率判定部
- 29 電圧レベル比較部
- 31 継続時間判定部
- 33 比較/判定結果出力部
- 49 周波数可変指令出力部

【図1】

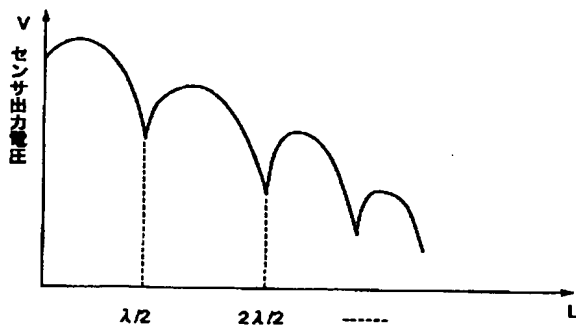
【図2】



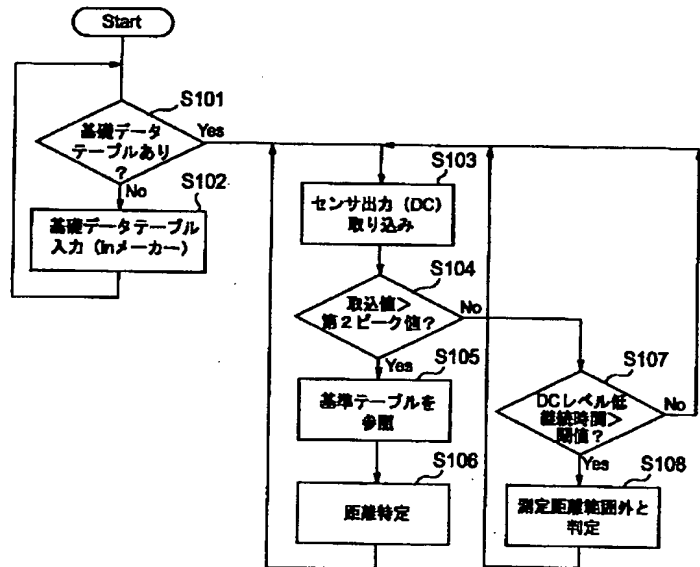
【図3】



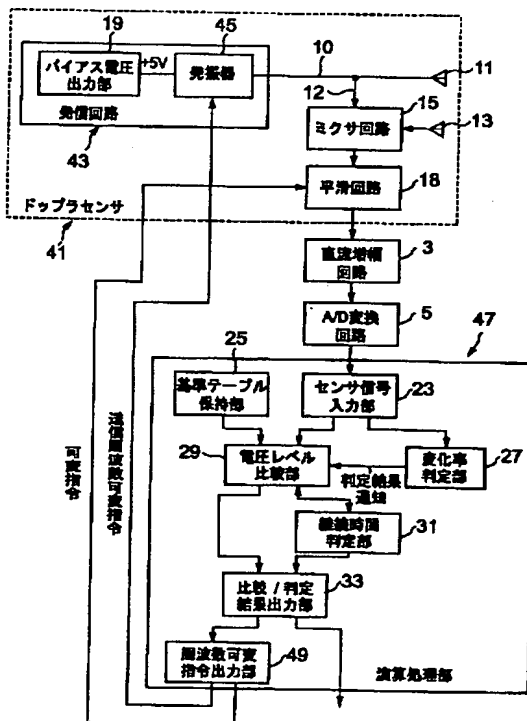
【図 4】



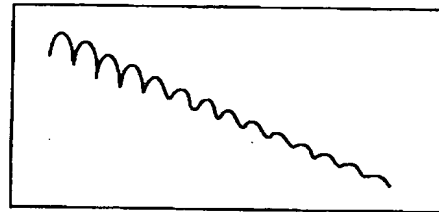
【図 5】



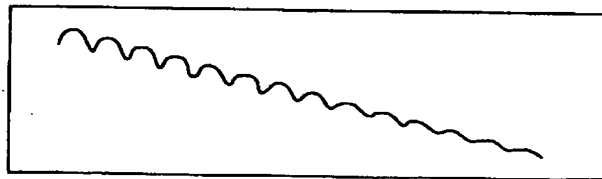
【図 6】



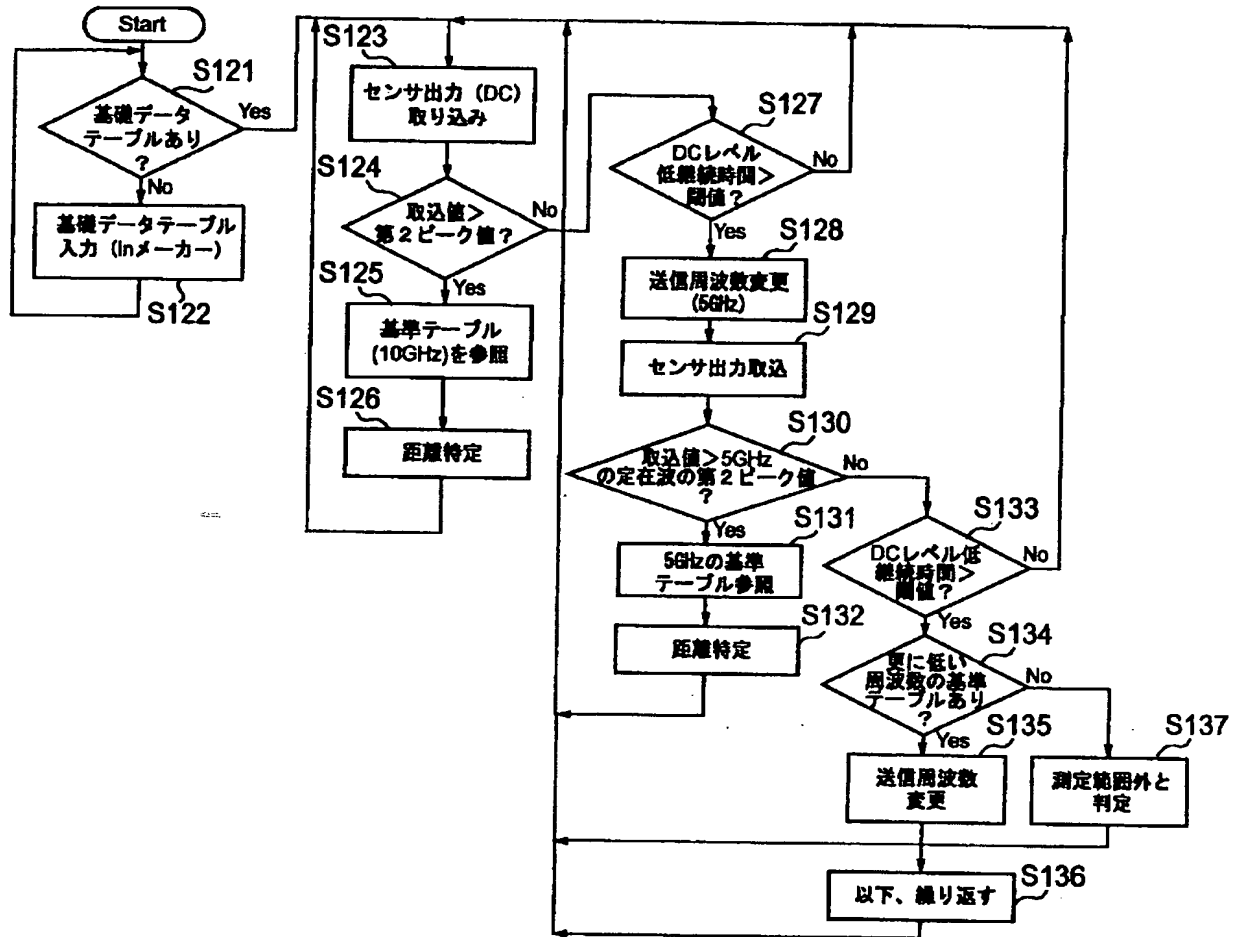
【図 7】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

(72) 発明者 森木 健太郎
福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1
号 東陶機器株式会社内
(72) 発明者 幾島 見江
福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1
号 東陶機器株式会社内

(72) 発明者 永石 昌之
福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1
号 東陶機器株式会社内
Fターム(参考) 5J070 AB15 AC02 AD02 AE09 AH31
AK22 BA01